



REC'D 09 MAR 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 60 721.4

Anmeldetag: 23. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart/DE;
VOLKSWAGEN Aktiengesellschaft,
38436 Wolfsburg/DE.

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose der dynami-
schen Eigenschaften einer zur zylinderindividuellen
Lambdaregelung verwendeten Lambdasonde

IPC: F 02 D 41/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose der dynamischen
Eigenschaften einer zur zylinderindividuellen
Lambdaregelung verwendeten Lambdasonde

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Diagnose der dynamischen Eigenschaften von Lambdasonden im Hinblick auf eine Einzelzylinder-Lambdaregelung gemäß den Oberbegriffen der jeweiligen unabhängigen Ansprüche.

Eine Lambdaregelung, in Verbindung mit einem Katalysator, ist heute das wirksamste Abgasreinigungsverfahren für den Ottomotor. Erst im Zusammenspiel mit derzeit verfügbaren Zünd- und Einspritzsystemen können sehr niedrige

Abgaswerte erreicht werden. In den meisten Ländern schreibt der Gesetzgeber sogar Grenzwerte für das Motorabgas vor.

Besonders wirkungsvoll ist der Einsatz eines Dreiwege- oder Selektiv-Katalysators. Dieser Katalysatortyp hat die Eigenschaft, Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Stickoxide bis zu mehr als 98% abzubauen, falls der Motor in einem Bereich von etwa 1% um das stöchiometrische Luft-Kraftstoff-Verhältnis mit $\Lambda = 1$ betrieben wird. Dabei gibt Λ an, wie weit das tatsächliche vorhandene Luft-Kraftstoff-Gemisch von dem Wert $\Lambda = 1$ abweicht, der einem zur vollständigen Verbrennung theoretisch notwendigen Massenverhältnis von 14,7 kg Luft zu 1 kg Benzin entspricht, d.h. Λ ist der Quotient aus zugeführter Luftmasse und theoretischem Luftbedarf.

Bei der Λ -regelung wird grundsätzlich das jeweilige Abgas gemessen und die zugeführte Kraftstoffmenge entsprechend dem Messergebnis bspw. mittels des Einspritzsystems sofort korrigiert. Als Messfühler wird dabei eine Λ -sonde verwendet, die ein stetiges Λ -signal um $\Lambda = 1$ messen kann und so ein Signal liefert, das anzeigt, ob das Gemisch fetter oder magerer als $\Lambda = 1$ ist.

Die Wirkung dieser Λ -sonden beruht in an sich bekannter Weise auf dem Prinzip einer galvanischen

Sauerstoff-Konzentrationszelle mit einem Festkörperelektrolyt.

Es ist weiterhin bekannt, eine Einzelzylinder-Lambdaregelung zur Abgasverbesserung einzusetzen, falls die Lambdasonde aufgrund ihrer dynamischen Eigenschaften in der Lage ist, Lambdaschwankungen im Abgasstrom am Sondeneinbauort, welche durch zylinderindividuelle Lambdaunterschiede hervorgerufen werden, zu folgen.

Durch zeitlich hochauflösende Auswertung des von der Lambdasonde stammenden Signals kann aus dem Summen-Lambdasignal auf das Lambda der einzelnen Motorzylinder, deren Abgas dem Einbauort der Sonde zugeführt wird, geschlossen werden. Damit können zylinderindividuelle Lambda-Unterschiede korrigiert und somit das Abgasergebnis, zumindest jedoch die Abgasstabilität, verbessert werden.

Die dynamischen Eigenschaften einer Lambdasonde im Neuzustand sind in einem ausgewählten Betriebsbereich meist ausreichend. Verändern sich jedoch die dynamischen Eigenschaften der Sonde dahingehend, dass zylinderindividuelle Lambdawerte nicht aufgelöst werden können, da die Reaktionszeiten der Sonde sich erhöhen, wird die Lambdaregelung nicht eingreifend tätig, obwohl im Abgas tatsächlich Lambdaschwankungen vorliegen. Ursachen einer reduzierten Sondendynamik sind bspw.

Verengungen von Schutzrohröffnungen der Sonde oder die Verschmutzung von funktionsbestimmenden Sensorkeramikteilen des Festkörperelektrolyten aufgrund von Ablagerungen. Bei Breitbandsonden kommt zusätzlich eine Verschmutzung der dort vorhandenen Diffusionsbarriere in Betracht. Im ungünstigsten Fall führt eine nicht funktionierende Einzelzylinder-Lambdaregelung zur Verletzung der genannten, durch den Gesetzgeber geforderten Abgasgrenzwerte. In diesem Fall müssen die veränderten dynamischen Eigenschaften der Lambdasonde bspw. mittels einer Kontrollleuchte angezeigt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, welche eine zuverlässige Diagnose der dynamischen Eigenschaften einer Lambdasonde im Hinblick auf Einzelzylinder-Lambdaregelung gestattet.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Diagnose der vorgenannten Art gelöst durch die Merkmale der jeweiligen unabhängigen Ansprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht insbesondere vor, wenigstens eine Stellgröße der Lambdaregelung zu erfassen und mit einer vorgebbaren maximalen Schwelle zu vergleichen und im Falle des Überschreitens der maximalen Schwelle das dynamische Verhalten der Lambdasonde im

Hinblick auf die Einsatzfähigkeit für die zylinderindividuelle Lambdaregelung als nicht ausreichend zu bewerten.

Die dynamischen Eigenschaften der Lambdasonde werden in einer ersten erfindungsgemäßen Variante mittels der Einzelzylinderregelung selbst erfasst. Es liegt dabei der Gedanke zugrunde, dass die Arbeitsweise einzelner zylinderindividueller Regler bei nicht ausreichenden dynamischen Eigenschaften divergiert und die zugehörigen Stellgrößen, und zwar eine oder mehrere Stellgrößen, einen vorgebbaren maximalen Schwellwert überschreiten.

In einer zweiten erfindungsgemäßen Variante wird das dynamische Verhalten der Lambdasonde mittels einer Testfunktion, d.h. mittels einer eingeleiteten Störung oder Verstimmung des aktuellen Lambdawertes, erfasst. Die Testfunktion kann einmalig, zeitweilig periodisch oder ereignisgesteuert durchgeführt werden.

Die vorgebbare maximale Schwelle für einen zylinderindividuellen Regler kann bspw. dann überschritten sein, wenn der Regler aktiv ist und der Wert der jeweiligen Stellgröße den vorgebbaren Betrag übertrifft oder die Stellgröße aufgrund ihrer Struktur überhaupt nicht mehr vergrößert werden kann. In diesem Fall werden die dynamischen Eigenschaften der Lambdasonde im Hinblick auf die Einsatzfähigkeit für die

Einzelzylinder-Lambda-Regelung als nicht ausreichend erachtet.

Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Diagnosevorrichtung, welche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet.

Die Erfindung wird nachfolgend, unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung, anhand eines Ausführungsbeispiels noch eingehender erläutert, aus dem sich weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben. Die einzige Figur zeigt eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Diagnoseverfahrens anhand eines Flussdiagramms.

Die nachfolgend anhand der Figur beschriebene Diagnoseroutine zur Erkennung der Einsatzfähigkeit bzw. Nicht-Einsatzfähigkeit einer Lambdasonde eines Ottomotors wird bevorzugt nur während der Zeit, in welcher eine einzelne Regler aufweisende Einzelzylinderregelung aktiv ist, durchgeführt. Je nach Strategie wird dabei die nachfolgend beschriebene Testfunktion einmalig oder mehrmals ausgeführt und die Ergebnisse der Tests nur solange ausgewertet, wie die Testfunktion aktiv ist.

Nach dem Start 10 der Routine wird zunächst die Motordrehzahl und/oder die Motorlast und/oder der Abgasmassenstrom erfasst 20. Basierend auf diesen Daten wird in Schritt 30 festgestellt, ob der Motor sich

überhaupt in einem für die Einzelzylinderregelung und damit für die Erkennung der dynamischen Eigenschaften der Lambdasonde geeigneten Betriebszustand befindet. Ist dies nicht der Fall, wird in Form einer Schleife wieder an den Anfang der Routine zurückgesprungen. Andernfalls werden die Stellgrößen der einzelnen Regler überwacht 40 und nach Erfassen der Stellgrößen wird weiterhin geprüft 50, ob wenigstens eine der Stellgrößen im Betrag eine vorgebbare Maximalschwelle überschreitet. Ist dies nicht der Fall, wird wieder zu Schritt 40 zurückgesprungen, ggf. unter Einbeziehung einer Verzögerungsstufe 60.

Falls eine oder mehrere Stellgrößen der einzelnen Regler eine vorgebbare maximale Schwelle betragsmäßig überschreiten, wird angenommen, dass die dynamischen Eigenschaften der Lambdasonde nicht ausreichend sind.

In einem nächsten Schritt 70 wird geprüft, ob ein geeigneter Zeitpunkt zur Aktivierung der Testfunktion vorliegt. Ist dies zu verneinen, wird diese Prüfung 70 in einer Schleife wiederholt, ebenfalls ggf. unter Einbeziehung einer Verzögerungsstufe.

Andernfalls beginnt die Testroutine damit, dass die aktuell vorliegenden Werte der Stellgrößen der einzelnen Regler zwischengespeichert 80 werden. Danach wird auf die aktuell ermittelten Lambdawerte eine Störung

aufgeschaltet 90 und die Stellgrößen der einzelnen Regler beobachtet bzw. erfasst 100.

Im Anschluss daran wird geprüft 110, ob der Regler bzw. die Regler in der Lage ist/sind, die Störung auszuregeln. Ist dies der Fall, wird ggf. ein positives Signal ausgegeben 120, wonach die Dynamik der Sonde ausreichend ist. Andernfalls wird angenommen, dass die dynamischen Anforderungen nicht erfüllt sind und ein entsprechendes negatives Signal ausgegeben 130.

Abschließend wird die Störung zurückgenommen 140 und es erfolgt eine Neuinitialisierung 150 der einzelnen Regler mit den zwischengespeicherten Werten. Daraufhin wird wiederum eine Störung aufgeschaltet, wie durch den Rücksprung 160 angedeutet ist.

Die vorbeschriebene Prozedur oder Routine wird ggf. mehrfach durchgeführt, um die Stellgrößen sozusagen ,iterativ' oder schrittweise optimieren zu können.

Die dynamischen Eigenschaften der Lambdasonde in Bezug auf die Einzelzylinderregelung werden demnach mit Hilfe der Reglerfunktion selbst und/oder der beschriebenen aktiven Testfunktion ermittelt. In einer geeigneten Fahrsituation wird gezielt das Lambda eines Zylinders durch Variation der zylinderindividuellen Kraftstoffmessung um einen vorher definierten Betrag x

verstimmt. Bei aktiver Einzelzylinder-Regelung muss sich diese Zylindervertrimmung als zusätzlicher Offset mit etwa dem gleichen Betrag wie die Vertrimmung in der dazugehörigen zylinderindividuellen Stellgröße der Einzelzylinderregelung abbilden. Beträgt die resultierende Stellgrößenänderung nur einen Anteil y der stimulierten Zylindervertrimmung, bedeutet dies, dass die Lambdasonde aufgrund einer reduzierten Dynamik den zylinderindividuellen Schwankungen nicht mehr in vollem Umfang folgen kann. Unterschreitet der Anteil y eine vorgebbare Schwelle z , d.h. ein abgasrelevanter Restfehler $x - z$ kann nicht mehr ausgeglichen werden, muss ein Fehlersignal ausgegeben werden. Der entstehende Abgasnachteil ist in diesem Fall nicht von Belang.

Im Falle einer Gutprüfung, d.h. die Sondendynamik für Einzelzylinder-Lambda-Regelung wird als ausreichend erachtet, da die Vertrimmung vollständig oder nahezu vollständig ausgeglichen wird, entsteht durch die beschriebene Testfunktion kein Abgasnachteil. Zudem erfolgt nach Abschluss einer Prüfung, wie vorbeschrieben, eine Zurücksetzung der Zylindervertrimmung in den Ausgangszustand.

Es ist anzumerken, dass eine etwa erfasste Änderung der dynamischen Eigenschaften der Lambdasonde für die übrigen Funktionen der Motorsteuerung, die das Lambdasondensignal

auswerten, nicht von Relevanz ist und diese daher getrennt zu überwachen sind.

Die Erfindung kann entweder als Hardware oder in Form eines Steuerprogramms als Teil der Motorsteuerung implementiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose der dynamischen Eigenschaften einer Lambdasonde, die wenigstens zeitweilig zu einer zylinderindividuellen Lambdaregelung verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Stellgröße der Lambdaregelung erfasst und mit einer vorgebbaren maximalen Schwelle verglichen wird und im Falle des Überschreitens der maximalen Schwelle das dynamische Verhalten der Lambdasonde im Hinblick auf die Einsatzfähigkeit für die zylinderindividuelle Lambdaregelung als nicht ausreichend bewertet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert von Lambda wenigstens eines Zylinders um einen vorgebbaren Wert verstimmt und geprüft wird, ob die Verstimmung um den vorgebbaren Wert als Offset oder Faktor in der Stellgröße des jeweiligen Reglers der Lambdaregelung abgebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass geprüft wird, ob die Differenz oder der Absolutwert der Differenz zwischen Verstimmung und

Offset kleiner als die vorgebbare maximale Schwelle ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert von Lambda durch Variation der zylinderindividuellen Kraftstoffmessung verstimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, gekennzeichnet durch die Schritte:

Erkennung eines geeigneten Betriebsbereichs für die zylinderindividuelle Lambdaregelung;

Überwachung der Stellgrößen der einzelnen Lambdaregler und, falls eine oder mehrere Stellgrößen betragsmäßig ihre maximale Größe überschreitet, Durchführung der nachfolgenden Schritte;

Erkennung eines geeigneten Zeitpunktes zur Durchführung der nachfolgenden Schritte;

Zwischenspeicherung der Stellgrößen der einzelnen Lambdaregler;

Verstimmung des Wertes von Lambda wenigstens eines Zylinders um den vorgebbaren Wert;

Beobachtung der Stellgrößen der einzelnen
Lambdaregler;

Feststellung, ob die Lambdaregler in der Lage sind,
die Verstimmung des Wertes von λ auszugleichen
oder nicht und im Falle, dass die Lambdaregler dazu
in der Lage sind, Rücknahme der Verstimmung und
Neuinitialisierung der einzelnen Lambdaregler mit
den zwischengespeicherten Stellgrößen, andernfalls
Ausgabe eines Fehlersignals.

6. Diagnosevorrichtung zur Durchführung des Verfahrens
nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart

Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose der dynamischen
Eigenschaften einer zur zylinderindividuellen
Lambdaregelung verwendeten Lambdasonde

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Diagnose der dynamischen Eigenschaften einer Lambdasonde, die wenigstens zeitweilig zu einer zylinderindividuellen Lambdaregelung verwendet wird, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens eine Stellgröße der Lambdaregelung erfasst und mit einer vorgebbaren maximalen Schwelle verglichen wird und im Falle des Überschreitens der maximalen Schwelle das dynamische Verhalten der Lambdasonde im Hinblick auf die Einsatzfähigkeit für die zylinderindividuelle Lambdaregelung als nicht ausreichend bewertet wird.

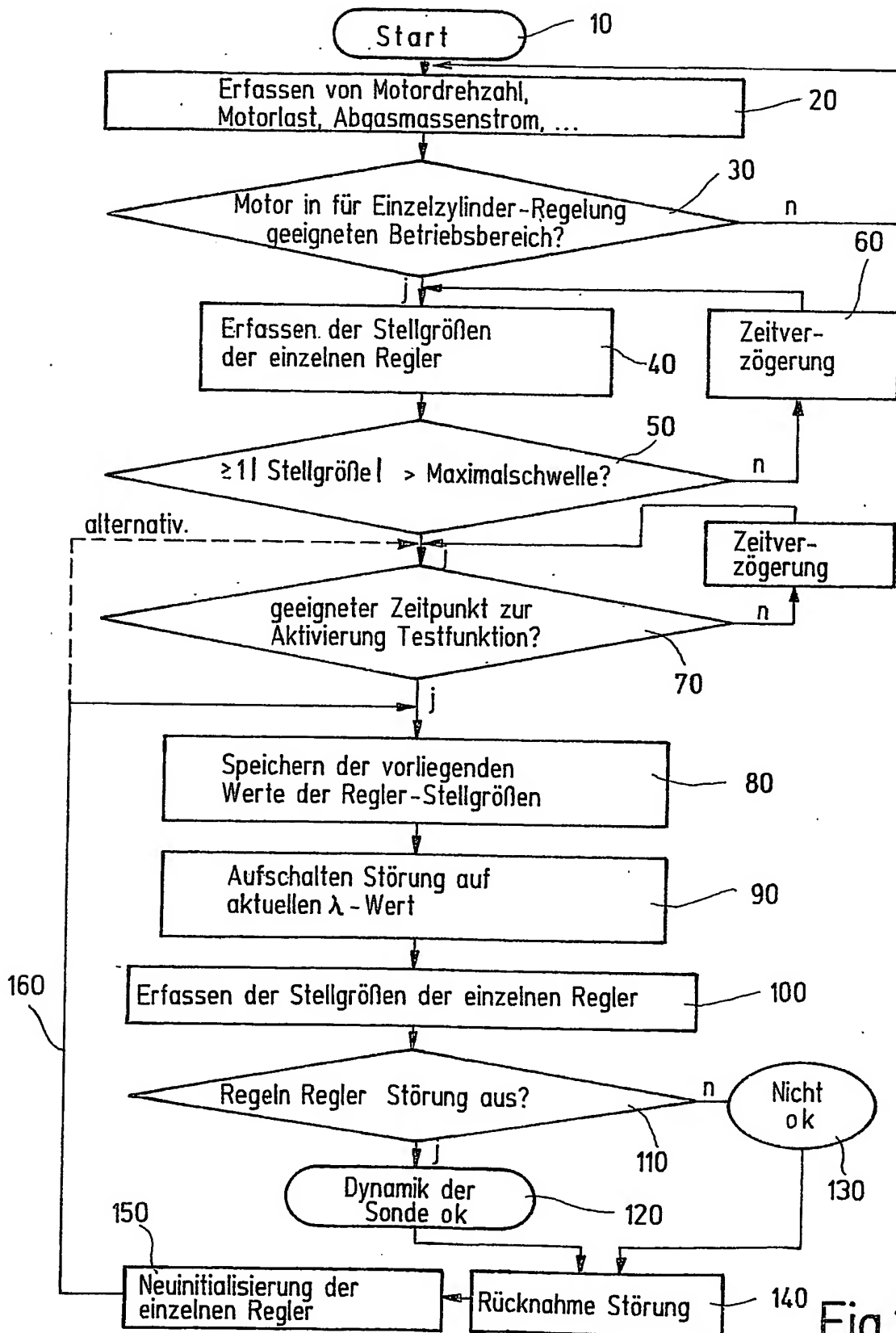


Fig.1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.